

Ophthalmologe 2016 · 113:897–905
 DOI 10.1007/s00347-016-0372-z
 Online publiziert: 13. Oktober 2016
 © Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.



A. G. M. Jünemann¹ · R. Rejdak² · B. Hohberger³

¹ Klinik für Augenheilkunde, Universitätsmedizin Rostock, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

² Department of General Ophthalmology, Medical University of Lublin, Lublin, Poland

³ Augenklinik am Universitätsklinikum Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen, Deutschland

Revision nach Filtrationschirurgie

Die Vielfalt der neuen Operationsmethoden für die Glaukomerkrankung spiegelt nach wie vor unsere Unzufriedenheit mit dem Erfolg der Glaukomchirurgie wider. Von keinem der operativen Verfahren kann gesagt werden, dass es – trotz optimalen Operationsverlaufs – den Augeninnendruck (IOD) bei dem individuellen Patienten definitiv und dauerhaft auf das prinzipiell zu erwartende Druckniveau senkt. Dabei ist der nicht garantierte Operationserfolg im Sinne der angestrebten Augeninnendrucksenkung je nach angewandtem Operationsverfahren von einem unterschiedlichen Komplikationsspektrum begleitet.

Die Filtrationschirurgie schließt alle Verfahren ein, die das Kammerwasser in den subtenonalen Raum ableiten und somit alle in der eigentlichen Augenwand befindlichen Widerstände des ableitenden Systems umgehen. Insofern führt diese Chirurgie prinzipiell zu den niedrigsten postoperativen Augeninnendruckwerten, dem Druck im subtenonalen Raum entsprechend, der allgemein mit dem episkleralen Venendruck gleichgesetzt wird.

Derzeit stehen 3 verschiedene Filtrationsverfahren zur Verfügung: ab externo die Trabekulektomie mit ihren Varianten einschließlich exPress- [5] und Ologen-Implantat [6] und die episkleralen Implantate (sog. „Molteno-Prinzip“) [17], ab interno das XEN-Gel-Implantat [14]. Das Management dieser 3 Verfahren unterscheidet sich in wesentlichen Punkten, sodass in diesem vorliegenden Beitrag allein aufgrund des Umfangs nur auf die Revision nach Trabekulektomie eingegangen werden soll. Auch die Wundmo-

dulation mit Antimetaboliten wird nicht im Detail erläutert, da es sich hierbei nicht um eine Revision im eigentlichen Sinne, sondern um eine intensivierte postoperative Therapie („intensified postoperative care“, IPC) [16] handelt. Die Antimetaboliten werden nur im direkten Zusammenhang mit den Revisionsverfahren angesprochen.

Revisionen aufgrund von Wundheilung und Komplikationen

Die Trabekulektomie wird in zahlreichen Vorträgen und Veröffentlichungen zur Abgrenzung und Einleitung von neuen alternativen Verfahren als ein aufwendiges und mit zahlreichen Komplikationen assoziiertes Operationsverfahren dargestellt, das gleichzeitig infolge der Wundheilung zahlreiche postoperative Interventionen notwendig macht. Dieses in den letzten Jahren fast stereotypische Vortragsverhalten führt letztendlich dazu, dass eine ernsthafte und zielführende Diskussion zu den offenen Fragen der filtrierenden Chirurgie nicht in dem notwendigen Umfang stattfindet.

Die Komplikationen nach Trabekulektomie sind hinreichend beschrieben [28]. Sie werden in frühe (<3 Monate) und späte (>3 Monate) Komplikationen unterteilt. Ernsthafte Komplikationen mit irreversiblen Visusverlust schließen Filterkissenentzündung, filterkissenassoziierte Endophthalmitis, Aderhautamotio, suprachoroidale Blutung sowie persistierende Hypotonie ein.

In diesen Diskussionen wird außer Acht gelassen, dass jedwede Glaukomchirurgie mit einer Wundheilung einhergeht. Durch die Chirurgie wird eine Ge-

webereaktion induziert, die bei der Trabekulektomie biomikroskopisch sichtbar ist, während sie bei allen anderen Verfahren derzeit nicht darstellbar ist. Infolgedessen sind bei der Trabekulektomie Interventionen möglich, während diese bei allen anderen Operationsverfahren – mit Ausnahme der Goniopunktion nach nicht penetrierenden Verfahren mit Descemet-Fenster – nicht möglich sind.

Die Filtrationschirurgie unterscheidet sich somit wesentlich von allen anderen Glaukomoperationen, da sie mit dem primären Eingriff nicht beendet ist, sondern eine interventionelle Nachbehandlung möglich und notwendig macht. Daher gehören filtrierende Verfahren, auch wenn sie in der Variante des XEN-Gel-Implantates [14] ab interno als eine sog. minimalinvasive Glaukomchirurgie durchgeführt werden, nicht in die Hände eines Kataraktchirurgen, der bis dahin keine Erfahrung mit dem Management der Filtrationschirurgie hat sammeln können.

Die Revisionen nach Trabekulektomie können prinzipiell in 2 Kategorien eingeteilt werden:

- Revisionen bei IOD-Lage außerhalb des zu erzielenden IOD-Korridors (8–12 mmHg) und
- Revisionen bei Komplikationen.

Die Ersteren können dem Filterkissenmanagement zugeordnet und in frühe und späte Revisionen unterteilt werden. Diese sollen Gegenstand der vorliegenden Übersichtsarbeit sein. Die zahlreichen mikrochirurgischen Modifizierungen bei der Trabekulektomie limitieren nicht nur ihre vergleichende Evaluierung, sondern erschweren auch die einheitliche Beurteilung der Revisionsverfahren



Abb. 1 ▲ Chronische Blepharokonjunktivitis bei rechtsseitiger Monotherapie. Die unilaterale Therapie betont die leichte Rötung der Lidhaut und die periokulären Nebenwirkungen des Prostaglandinderivats: Atrophie des orbitalen Fettgewebes mit tief liegender Oberliddeckfalte, Pigmentierung der Haut und Wimpernwachstum

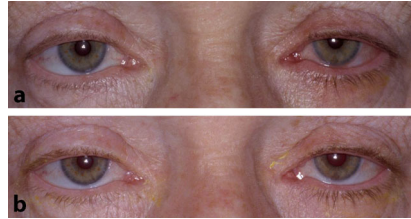


Abb. 2 ▲ a Chronische Blepharokonjunktivitis unter 2-facher Kombinationstherapie am linken Auge; rechtes Auge Zustand nach Trabekulektomie. b „Weißes“ Auge 1 Woche nach Absetzen der Antiglaukomatosa, DEXA-SINE® EDO 5-mal täglich und 2-mal 250 mg Acetazolamid

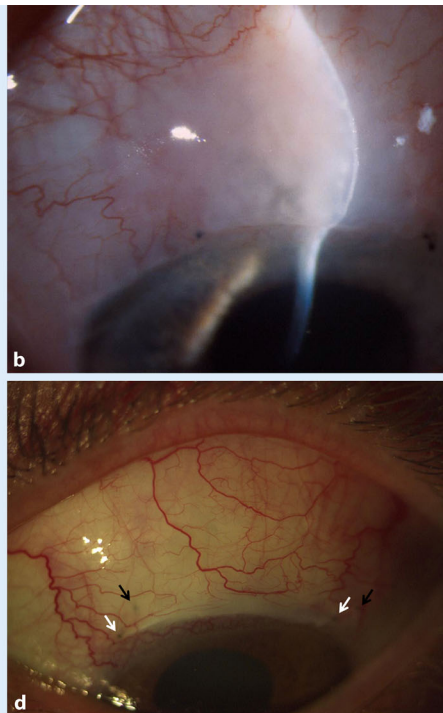
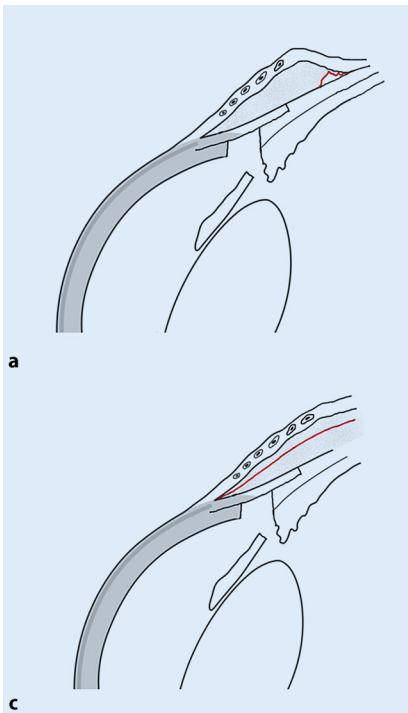


Abb. 3 ▲ a, c Schematische Zeichnung eines Filterkissens nach Trabekulektomie: a ohne Naht der Tenon (roter Strich), c mit Naht der Tenon. b, d Spaltlampenbefund eines Filterkissens nach Trabekulektomie mit Mitomycin C: b ohne Tenonnaht mit limbal betontem, kleinem, avaskulärem Filterkissen, d mit Tenonnaht mit flach zum Äquator ansteigendem, großem Filterkissen. Die Tenon (schwarze Pfeile) und die Bindehaut (weiße Pfeile) sind mit 2 10/0-Nylon-Einzelknopfnähten am Limbus readaptiert

sowie sogar deren Durchführung. So ist bei fehlender Transparenz des Filterkissens trotz Diaphanoskopie eine Beurteilung der Sklera erst nach Eröffnung von Bindehaut und Tenon möglich.

IOD-Korridor

Die Umgehung aller Wandwiderstände mit subtenonaler Filtration bei der Trabekulektomie erlaubt ein postoperatives IOD-Niveau von 8–12 mmHg unabhängig vom Ausgangs-IOD. Insofern ist der

auch in der TVT-Studie angegebene volle Erfolg für eine Trabekulektomie von unter 21 mmHg ohne Augentropfen bzw. 20 % [7] Senkung sicherlich kein Erfolg im Sinne der möglichen IOD-Senkung durch die Filtrationschirurgie. Augeninnendruckwerte über 12 mmHg bzw. ansteigende IOD-Werte sind im Sinne eines Nachlassens des Operationserfolges zu werten bzw. im Sinne eines Teilerfolges zu interpretieren. Schon der Anstieg von 12 auf 18 mmHg bedeutet einen Wiederanstieg des IOD um 50 %, wäre aber

nach den in der Literatur allgemein akzeptierten Erfolgskriterien immer noch als voller Erfolg anzusehen.

In diesem Falle muss individuell über eine Intervention, also eine Revision, zum Erzielen des prinzipiell möglichen IOD-Niveaus entschieden werden. Die Indikation zur Intervention ist somit nicht erst bei einem IOD von 21 mmHg gegeben, sondern die Intervention muss bei Anstieg des IOD über das optimale postoperative Fenster von 8–12 mmHg bereits mit dem Patienten diskutiert werden. Zunächst sollten alle operativen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, bevor die Medikamentenfreiheit wieder aufgegeben wird. Natürlich müssen „simples“ Tropfen und Intervention gegeneinander abgewogen werden. Organisatorischer und operativer Aufwand sowie Operationserfolg und Patientenwunsch fließen hierbei in die Entscheidungen ein.

» Die Revision muss bei Anstieg des Augeninnendrucks über 8–12 mmHg diskutiert werden

Prinzipiell sollte jedoch der eingeschlagene operative Weg nicht verlassen bzw. eingehalten werden. Neben dem Zieldruck sind auch Medikamentenunverträglichkeit und der Wunsch des Patienten nach Medikamentenfreiheit häufige Indikationen zur Trabekulektomie, die im gegebenen Fall die Revision als dringlich geboten erscheinen lassen.

Das Wiederansetzen von Augentropfen sollte idealerweise immer in Rücksprache mit dem Operateur erfolgen. Die Entscheidung zur medikamentösen Senkung des IOD nach Trabekulektomie ist immer eine Entscheidung gegen die Revision, die letztendlich in Rücksprache mit dem Operateur durch den Patienten getroffen wird.

Reduzierung der Zahl der Revisionen durch Vorbehandlung

Die Vermeidung von Revisionen beginnt mit der Vorbereitung zur Operation. Jede lokale antiglaukomatöse Therapie führt zu einer chronischen Blepharokerato-

Hier steht eine Anzeige.



konjunktivitis. Diese fällt im klinischen Alltag insbesondere bei den milden Formen häufig nicht auf, da die Glaukompatienten zum einen seit Jahren regelmäßig alle 3 Monate zur Verlaufskontrolle und zu IOD-Messungen mit ihrem bekannten Gesicht kommen, zum anderen meistens beidseitig tropfen und daher Seitenunterschiede kaum vorliegen (■ Abb. 1).

Die hierdurch bedingten Bindehautveränderungen können wesentlich zur postoperativen Fibrosereaktion beitragen [21]. So sind Behandlungsdauer und die Anzahl der vorangegangenen topischen Glaukommedikation ausschlaggebend für den Erfolg der Trabekulektomie [2]. Durch Absetzen der lokalen Therapie und gleichzeitiges Ansetzen einer lokalen Steroidtherapie wird die entzündliche Zellinfiltration in Tenon und Bindehaut reduziert und das Auge „weiß gemacht“ (■ Abb. 2). Dem ansteigenden Augeninnendruck kann durch systemische Karboanhydrasehemmer (CAI) wie Acetazolamid entgegengewirkt werden. Eine Regulierung des IOD durch systemische CAI ist jedoch nicht bei jedem Patienten möglich, sodass zum einen IOD-Kontrollen erfolgen müssen, zum anderen ggf. eine lokale IOD-Senkung wieder angesetzt werden muss. Prinzipiell sollten Benzalkoniumchlorid (BAC)-freie Medikamente verwendet werden. Eine lokale Steroidtherapie für 1 Monat präoperativ reduziert Fibroblasten und Entzündungszellen und verbessert die Erfolgsrate nach Trabekulektomie [3, 4]. Eine Vorbereitungsphase von 4 Wochen ist im Alltag häufig nicht praktikabel, sollte aber mindestens über 1 Woche erfolgen. Längere Zeiträume machen zusätzliche IOD-Messungen wegen eines möglichen IOD-Anstiegs notwendig.

» Eine Vorbereitungsphase sollte mindestens über 1 Woche erfolgen

Trotz der hinreichenden Kenntnis über den positiven Effekt der Vorbehandlung auf das Ergebnis der Trabekulektomie und somit die Revisionsrate ergab eine Befragung unter Glaukomspezialisten in England, dass nur 40,6 %

Ophthalmologe 2016 · 113:897–905 DOI 10.1007/s00347-016-0372-z
© Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.

A. G. M. Jünemann · R. Rejdak · B. Hohberger

Revision nach Filtrationschirurgie

Zusammenfassung

Hintergrund. Die Filtrationsverfahren sind im Gegensatz zu allen anderen Glaukomoperationen mit einer biomikroskopisch sichtbaren Wundheilung assoziiert, sodass eine Vielzahl von postoperativen Revisionen möglich und notwendig ist.

Ziel der Arbeit. Die Arbeit hat zum Ziel, nach einleitenden grundlegenden Überlegungen, eine strukturierte Übersicht über die operativen Verfahren zur Filterkissenrevision nach Trabekulektomie zu geben.

Material und Methoden. Die einzelnen Revisionsverfahren werden erläutert und in den Kontext des perioperativen Managements gestellt.

Ergebnisse. Vorbehandlung und Modifizierungen der Operationstechnik reduzieren die Häufigkeit der Revisionen. Die Lokalisation der Fibrosierung bestimmt die Art der Revision (Filterkissen-Needling, Nadelrevision oder offene Revision des Filterkissens). Die postoperative Hypotonie erhöht über den vermehrten Kammerwasserfluss die

Fibroseneigung und kann zum Vollbild der okulären Hypotonie mit Makulopathie, Aderhautamotio und suprachoroidaler Blutung führen.

Diskussion. Das Absetzen der lokalen Antiglaukomatosa sowie die Vorbehandlung mit Steroiden ohne Konservierungsmittel präoperativ für mindestens 1 Woche verbessern den Operationserfolg und senken somit die Revisionsrate nach Trabekulektomie. In Rücksprache mit dem Operateur sollte das postoperative Management nach Filtrationschirurgie erfolgen. Das primäre Behandlungsziel nach Trabekulektomie ist ein Augeninnendruck von 8–12 mmHg ohne antiglaukomatöse lokale Therapie. Eine postoperative Hypotonie sollte eher früh und kausal revidiert werden.

Schlüsselwörter

Glaukom · Operation · Trabekulektomie · Wundheilung · Augeninnendruck

Revision after filtration surgery

Abstract

Background. In contrast to all other glaucoma surgeries, filtration surgery is associated with biomicroscopically visible wound healing, which enables the surgeon to perform revision surgeries if necessary.

Objectives. The aim of this review is to provide general considerations and to give a structured overview about bleb revisions after trabeculectomy.

Materials and methods. The different revision techniques are explained in detail and in the context of perioperative management.

Results. Preoperative preparation and modifications of the surgical techniques reduce the incidence of postoperative revisions. The site of the fibrosis defines the revision technique (bleb needling, needle revision, bleb revision with reopening). The increased percolation rate of aqueous humor in postoperative hypotony contributes to fibrosis and may lead to maculopathy,

choroidal effusion, and suprachoroidal hemorrhage.

Discussion. Discontinuing administration of local medication and pretreatment with steroids without preservative for at least one week prior to surgery increase surgical success of trabeculectomy and reduce the incidence of postoperative revisions. Postoperative management after filtration surgery should be performed after consulting the surgeon. The primary endpoint of trabeculectomy is an intraocular pressure between 8 and 12 mm Hg without local antiglaucomatous medication. In postoperative hypotony revisions should be done earlier and based on the pathological findings.

Keywords

Glaucoma · Surgery · Trabeculectomy · Wound healing · Intraocular pressure

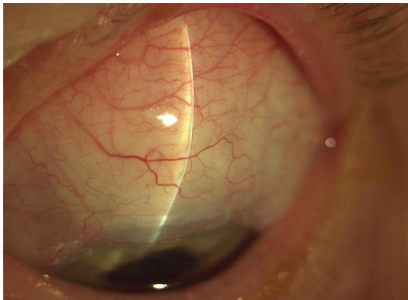


Abb. 4 ▲ Trabekulektomie mit Mitomycin C mit Tenonnaht. Der Lichtreflex der Bindehaut (schmal und scharf) und der Tenon (breit und unscharf) sind durch eine Kammerwasserschicht voneinander getrennt

konservierungsmittelfreie Augentropfen verschreiben, 29,7 % die Augentropfen präoperativ absetzen und nur 50 % topische Steroide verordnen [25].

Große Wirkung durch kleine operative Schritte

Jüngste Arbeiten zeigen, dass v. a. infolge von Modifikationen in der Operationstechnik die Komplikationsraten deutlich niedriger liegen als allgemein diskutiert. So wurde in den neuesten Arbeiten die filterkissenassoziierte kumulative Infektionsrate („bleb-related infections“, BRI), die nach Einführung der Antimetaboliten bis auf 8 % anstieg [9], mit 1,2 % nach 10 Jahren [12] bzw. 2 % nach 20 Jahren [19] angegeben. Vaziri et al. [27] gaben eine kumulative Inzidenz für die Filterkisseninfektion von 0,45–1,3 % und für die filterkissenassoziierte Endophthalmitis von 0,45–1,3 % nach 5 Jahren an.

Auch die suprachoroidale Hämorrhagie, die in der TVT-Studie bei 3 % der 105 Trabekulektomien vorkam [8], wurde bei Verwendung der „Moorfields Safer Surgery technique“ [11] in einer retrospektiven Serie von 131 Trabekulektomien nicht beobachtet [10].

Da die Tenonfibroblasten mit Recht als die „key player“ in der zellvermittelten Wundheilung erkannt sind („Only the fool does not care for the fibroblast“), wird auch heute noch die Tenon frei nach dem Theaterkritiker und Leiter des Lesing-Theaters Otto Brahm „Was gestrichen ist, kann nicht durchfallen“ exziiert. Das Kammerwasser ist jedoch wie ein steter Tropfen, der den Stein höhlt.

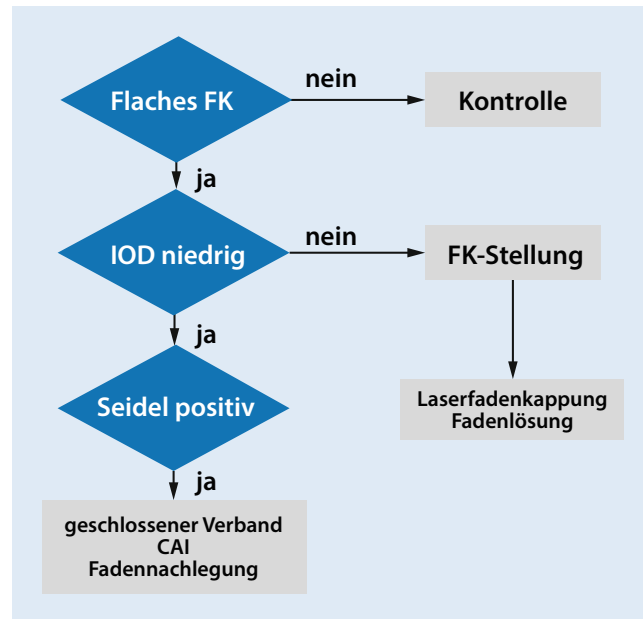


Abb. 5 ◀ Flowchart für das Filterkissenmanagement. FK Filterkissen, IOD Augeninnendruck, CAI Karboanhydrasehemmer

Flutet das Kammerwasser die Bindehaut direkt an, so wird diese über die Jahre gedehnt, und es entstehen – insbesondere in Kombination mit den Antimetaboliten wie Mitomycin C (MMC) oder 5-Fluorouracil (5-FU) – die zystischen und dünnwandigen Filterkissen.

Es sollte vielmehr das Bestreben des Operators sein, die Tenon nicht oder wenig zu berühren und v. a. nicht zu dehnen oder Defekte zu erzeugen. Hierfür hat sich die Hydrodissektion der Tenon nach punktförmiger Eröffnung am Limbus bewährt. Am Ende der Operation sollte die Tenon, die unter Spannung steht und durch die Augenbewegungen auch wechselnd in Spannung gehalten wird, wieder an ihren ursprünglichen Ort gebracht werden. Die separate Tenonnaht mit Readaptation der Tenon am Limbus mit 2 10/0-Nylon-Einzelknopfnähten erlaubt dem Kammerwasser, nach Durchfluss durch den Skleradeckel den subtenonalen Raum zu erreichen und Richtung Äquator abzufließen (■ Abb. 3a–d). Hierdurch werden bei optimaler Positionierung der Tenon zum einen die limbal betonten zystischen Filterkissen weitestgehend vermieden (■ Abb. 4). Zum anderen kann das Kammerwasser widerstandsfrei in den präformierten subtenonalen Raum abfließen. Denn der Kammerwasserfluss nach filtrierender Operation folgt nicht dem Prinzip der Druckpumpe, sondern

dem anliegenden Druckgradienten. Eine große weiche Kontaktlinse am Ende der Operation bedeckt die limbale Bindehautwunde und verhindert in den ersten Tagen die mechanische Belastung des Limbus durch den Lidschlag.

Filterkissenmanagement

In der direkten postoperativen Phase, d. h. der ersten postoperativen Woche, ist die Beurteilung des Filterkissens in Relation zum Augeninnendruck der Schlüssel zum Erfolg der Trabekulektomie. Neben der konsequenten Anwendung einer maximalen Wundmodulation entscheidet das adäquate Filterkissenmanagement über die langfristige Funktionalität des Filterkissens und somit den Erfolg der Trabekulektomie. Dabei weist das prominente Filterkissen bei hohem IOD auf eine Tenonzyste, bei niedrigem IOD auf eine Hyperfiltration, das flache Filterkissen bei hohem IOD auf eine Kantenfibrosierung, bei niedrigem IOD auf eine äußere Filtration (Seidel positiv) hin (■ Abb. 5).

Lokalisation des Abflusswiderstandes bei erhöhtem Augeninnendruck

Prinzipiell bestehen 4 mögliche Lokalisationen für den erhöhten Abflusswiderstand:

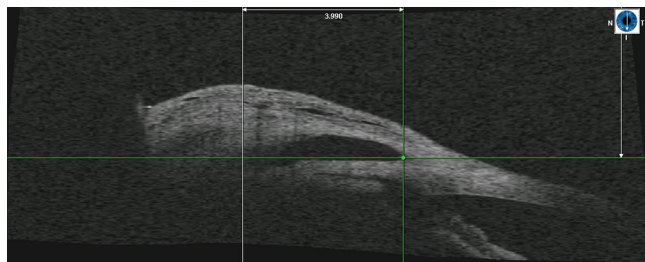


Abb. 6 ◀ Ultraschallbiomikroskopie eines Filterkissens nach Trabekulektomie: Skleradeckelbett und subtenonaler Raum sind frei, die Tenon weist eine Verdickung auf

- das Ostium internum, d. h. die Öffnung zur Vorderkammer hin,
- das Interface des Skleradeckels,
- die Kanten des Skleradeckels und
- der subtenonale Raum.

Zur Planung der Revision muss präoperativ Klarheit über den Ort des Abflusswiderstandes herrschen, da die operative Vorgehensweise hierdurch direkt beeinflusst wird. Neben der biomikroskopischen Untersuchung des Filterkissens mit der Spaltlampe ist die Gonioskopie zur Beurteilung des Ostium internum zwingend notwendig. Bei prominentem, nicht transparentem Filterkissen, d. h. nicht darstellbaren Kanten des Skleradeckels, kann eine Bildgebung mit hochauflösendem Ultraschall bzw. OCT (optische Kohärenztomographie)-Technik zur Operationsplanung hilfreich sein (**Abb. 6**).

Steroidtherapie

Mehr als 90 % der Patienten mit primärem Offenwinkelglaukom weisen einen IOD-Anstieg von mehr als 6 mmHg nach 4 Wochen lokaler Steroidtherapie auf [1]. Bei gut ausgeprägtem Filterkissen bzw. biomikroskopisch nicht ersichtlichem Grund für den IOD-Anstieg kann sich insofern 2 bis 4 Wochen postoperativ die Frage der Steroidresponse stellen. Die operativ angelegte Fistel ist jedoch groß genug, um die reduzierte Fazilität des übrigen Maschenwerks durch eine evtl. Steroidresponse voll zu kompensieren. Der therapeutische Ansatz ist daher nicht das Absetzen der benötigten lokalen Steroide, sondern ggf. die Revision des Filterkissens bei beginnender Fibrosierung. Das Konzept der Wundmodulation mit diskontinuierlicher intraoperativer und direkt postoperativer Applikation von Antimetaboliten ist vor dem Hin-

tergrund des langjährigen Umbaus der extrazellulären Matrix unzureichend. Selbst die lokale Steroidtherapie wurde nur von etwa jedem zweiten Augenarzt für 1 bis 2 Monate und jedem zweiten Glaukomspezialisten für 2 bis 3 Monate bei einer Befragung in Australien und Neuseeland nach Trabekulektomie gegeben [15]. Es hat sich bewährt, postoperativ die lokale Steroidtherapie über ein halbes Jahr langsam auszuschleichen. Dabei wird das konservierungsmittelfreie Steroid die ersten 3 Monate 5-mal täglich gegeben, im vierten Monat auf 3-mal täglich und dann im fünften bzw. sechsten Monat auf 2-mal bzw. 1-mal täglich reduziert.

Adjustierung des Augeninnendrucks über Eröffnung additiver Skleradeckelnähte

Diese Form der Adjustierung ist von der operativen Technik abhängig. Bei Anwendung der „Moorfields Safer Surgery technique“ [11] werden zusätzlich zu den fixen Nähten adjustierbare Skleradeckelnähte gelegt, die bei IOD-Werten oberhalb des IOD-Korridors von 8–12 mmHg durch den Schlaufenverschluss an der Spaltlampe gezogen werden können. In der Regel reichen jedoch bei einem 4 × 4 mm großen quadratischen Skleradeckel mit einer 2 × 1 mm Exzision zentriert auf den Skleralsporn 2 schräge Skleradeckelnähte an den beiden hinteren Skleradeckelecken aus, um die Vorderkammer am Operationsende stabil tief zu halten. Bei intraoperativem Abflachen der Vorderkammer trotz Adaptation des Skleradeckels werden 2 weitere Nähte im vorderen Drittel der Seitenkanten notwendig, um den Kammerwasserabfluss durch einen erhöhten Anpressdruck des Skleradeckels an das Sklerabett zu reduzieren. In diesem Fall

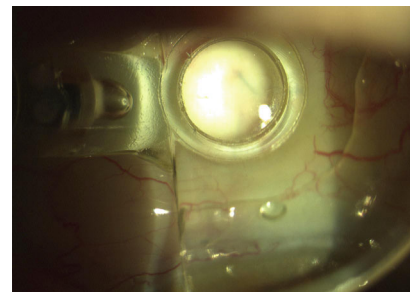


Abb. 7 ▲ Laserfadenkappung mit dem Argonlaser: Fleckgröße 50 µm, Leistung 1000 mW, Pulsdauer 100 ms

kann bei postoperativ erhöhten Augeninnendruckwerten eine Laserfadenkappung dieser beiden Fäden notwendig werden (**Abb. 7**). Der Zeitpunkt der Laserfadenkappung bzw. der Entfernung der adjustierbaren Nähte wird durch die zum Stellen des Filterkissens notwendige Kraft bestimmt. Dabei ist der Begriff der Filterkissenmassage eine fehlführende Bezeichnung. Das Filterkissen wird nicht „massiert“, sondern durch einen kontinuierlichen Druck auf das Auge wird der Druckgradient erhöht. Dieser Druck kann am besten mit einem Wattestäbchen entweder in der 6-Uhr Position oder mit dem Anheben des Oberlides bei Abblick hinter dem Filterkissen bei gleichzeitiger Beobachtung seines Füllungsverhaltens appliziert werden. Je länger und stärker dieser Druck erfolgen muss, desto fester ist die Verbindung zwischen Skleradeckel und Sklerabett bzw. Sklera und Tenon. Ein im postoperativen Verlauf sich zeigender Anstieg der für das Stellen des Filterkissens notwendigen Kraft weist ebenfalls auf die Notwendigkeit der Fazilitätsverbesserung durch Laserfadenkappung der Entfernung der adjustierbaren Fäden hin.

Revidierung der Tenonzyste durch Filterkissen-Needling

Das Filterkissen-Needling als Terminus technicus ist für die Intervention bei der Tenonzyste reserviert und von der Nadelrevision des Filterkissens abzugrenzen. Die Häufigkeit einer Tenonzyste wird in der Literatur mit 6–29 % angegeben [22]. Männliches Geschlecht und eine vorausgegangene Argonlasertrabekuloplastik stellen unter anderem Risikofaktoren dar. Die Tenonzyste entwickelt sich zwi-

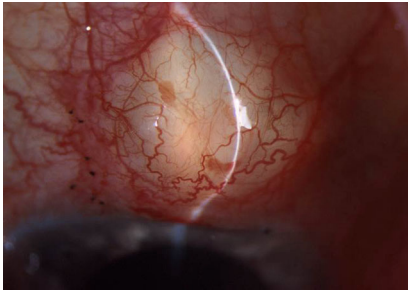


Abb. 8 ▲ Klinisches Bild einer Tenonzyste: prominentes, kleinflächiges Filterkissen mit steil abfallenden Rändern

schen der zweiten und sechsten postoperativen Woche und ist durch ein hochprominentes, relativ kleinflächiges Filterkissen mit steil abfallenden Rändern charakterisiert (**Abb. 8**). Ursache ist eine äußere Abkapselung des Filterkissens auf dem Niveau der Episklera, jedoch außerhalb der Kanten des Skleradeckels, sodass das Kammerwasser den subtenonalen Raum erreichen, aber nicht weiter diffundieren kann.

Das Revisionsverfahren der Wahl ist das Filterkissen-Needling. Dieses kann in Tropf- oder Gelanästhesie durchgeführt werden. Die korneale Traktionsnaht bei 12 Uhr mit 8/0 Vicryl und das zusätzliche Halten des am Unterlid fixierten Fadens mit dem Nadelhalter erlauben ein kontrolliertes Eröffnen der Tenon mit der 30-Gauge-Kanüle.

Eröffnung der Kanten des Skleradeckels durch Nadelrevision des Filterkissens

Im Gegensatz zur Tenonzyste mit prominentem Filterkissen ist die Fibrosierung der Kanten des Skleradeckels durch eine meist komplette Abflachung des Filterkissens charakterisiert, da das Kammerwasser infolge des Verschlusses der Kanten den subtenonalen Raum nicht erreichen kann. Eine leichte Prominenz des Filterkissens kann aus einer Hypertrophie der Tenon resultieren. Das operative Vorgehen entspricht initial dem Filterkissen-Needling. Nach dem Eingehen mit der 30-Gauge-Nadel wird bei viereckigem Skleradeckel zunächst die Fibrosierung der Hinterkante eröffnet. Bei fehlendem Stellen des Filterkissens über die Hinterkante wird die Nadel

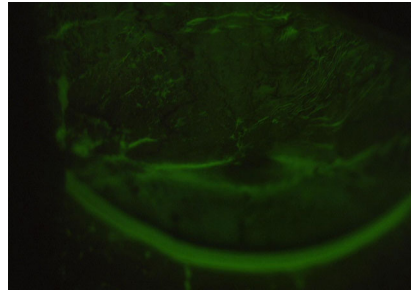


Abb. 9 ▲ Seidel-positiver Limbus, sichtbar nach Eingabe von Fluoreszein und unter Betrachtung mit dem Kobalt-blau-Filter der Spaltlampe

unter wischenden Bewegungen zur Mobilisierung der gesamten Deckelfläche bis in die Vorderkammer vorgeschoben. Spätestens zu diesem Zeitpunkt stellt sich das Filterkissen. Im Anschluss werden die beiden Seitenkanten eröffnet. Durch die Eingabe von Trypanblau über eine Parazentese in die Vorderkammer kann intraoperativ die erfolgreiche Eröffnung der Kanten des Skleradeckels überprüft werden. Da nach Nadelrevisionen in 15–30 % Hypotonien beobachtet werden [24], können diese mit transkonjunktivalen Skleradeckelnähten kombiniert werden [13].

Frühe und differenzierte Revision bei Hypotonie

Die postoperative Hypotonie ist aus 2 Gründen zu vermeiden. Zum einen kommt es in Augen mit einer hypotonen postoperativen Phase häufiger zu einer Filterkissenvernarbung. Ein erhöhter Kammerwasserfluss trägt über seine „aktiven“ Komponenten wie TGF („transforming growth factor“- β), „vascular endothelial growth factor“ (VEGF), Platelet-derived growth factor (PDGF) und IL (Interleukin)-8 zur Fibrosebildung bei [21]. Zum anderen kann die Hypotonie zur Abflachung der Vorderkammer, passageren Refraktionsänderung, Makulopathie, Stauungspapille e vacuo, Aderhautamotio bis zu „kissing choroids“ und suprachoroidaler Blutung mit desaströsem Visusverlust führen [23].

Die Indikation zur Revision sollte daher eher früher gestellt werden. Dabei ist nicht der IOD-Wert von <6 mmHg, sondern das Vorliegen von Hypotoniezei-

chen ausschlaggebend. Wie bei der okulären Hypertonie nicht jeder IOD-Wert über 21 mmHg zu einer glaukomatösen Optikusatrophie führt, so entwickelt auch nicht jede okuläre Hypotonie die oben genannten Zeichen. Zentrale Hornhautdicke und die biomechanischen Eigenschaften des Auges beeinflussen den IOD-Messwert bzw. die Reagibilität des okulären Gewebes.

Die Art der Revision richtet sich dabei nach der Ursache der Hypotonie. Eine Hypotonie kann entweder durch eine undichte äußere Wunde (Seidel positiv) bei flachem Filterkissen (**Abb. 9**) oder durch Hyperfiltration bei prominentem Filterkissen verursacht sein. Bei Ersterer kann eine konservative Therapie mit Kontaktlinse, Druckverband und Azetazolamid zur Reduktion der Kammerwasserproduktion und somit zu einer Abdichtung der äußeren Wunde führen [18]. Das Nachlegen eines konjunktivalen Fadens ist zwar ein operatives Vorgehen, behebt jedoch die Hypotonie sofort und ist insofern den konservativen Maßnahmen vorzuziehen.

Die Hypersekretion mit prominentem Filterkissen als Ursache der Hypotonie erfordert das Nachlegen von transkonjunktivalen Skleradeckelnähten. Diese sollten limbusnah platziert werden, um durch einen höheren Anpressdruck des Skleradeckels den Kammerwasserausfluss zu reduzieren. Der Zeitpunkt der Revision ist nicht klar definiert. Im Sinne des negativen Einflusses des Kammerwassers auf die Wundheilung (dieser ist nicht bei jedem Patienten gleich) ist eher eine frühe Revision anzustreben. Auf der anderen Seite kann bei fehlenden Hypotoniezeichen zugewartet werden, da die hypotone Phase auch ohne Revision passager sein kann. Die Fäden wandern durch die Binderhaut und liegen am Ende subkonjunktival. Bei deutlichem Wiederanstieg des IOD sollten die Fäden wieder entfernt werden. Nach der Durchwanderung können sie nur durch eine Laserfadenkappung eröffnet werden.

Weitere Maßnahmen können Eingabe von Viskoelastikum in die Vorderkammer und autologe Blutinjektion in das Filterkissen sein. Diese wirken jedoch nicht kausal und sollten wegen der schlechten Steuerbarkeit mit teilweise deutlich über-

schießendem Effekt vermieden werden. Als letzte Maßnahme kann die Wiedereröffnung von Bindehaut und Tenon mit direkter Revision des Skleradeckels notwendig werden.

Offene Revision des Filterkissens in Vollnarkose

Die Revision des Filterkissens kann verschiedene Ursachen haben:

- die Vernarbung mit dem Ziel der Wiedereröffnung und Neukonstruktion des subtenonalen Raums,
- die Hypotonie bei Hyperfiltration, ggf. mit lytischem Deckel im Sinne einer ungedeckten Elliot-Trepanation,
- das hypertrophe avaskuläre, ggf. Seidel-positive Filterkissen.

Entscheidend für Revision ist die exakte Diagnose. Beste Voraussetzung für den Erfolg der Revision ist die Kenntnis der lokalen Gewebeverhältnisse, die natürlich bei gleichem Operateur am besten ist. Prinzipiell können alle Revisionsoperationen in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Bei der offenen Revision ist jedoch eine Vollnarkose aus folgenden Gründen vorzuziehen: Das Auge kann besser mittels der kornealen Traktionsnaht bei fehlendem Muskeltonus weiter nach unten bewegt werden, sodass insbesondere bei tief liegenden Augen die Übersicht besser ist. Zum anderen liegt eine sichere Schmerzfreiheit vor. Die lokale Filtrationsanästhesie und nachträgliche Eingabe von Anästhetikum verändern durch die Schwellung des Gewebes die Übersicht und anatomischen Verhältnisse und können hierdurch die Operationsplanung negativ beeinflussen bzw. sich störend auswirken.

Revisionen in Kombination mit Antimetaboliten

Der Operationserfolg von Filterkissen-Needling, Nadelrevision und offener Revision des Filterkissens kann durch eine Nachbehandlung mit Antimetaboliten verbessert werden [13, 20, 26]. Die Anzahl der postoperativen subkonjunktivalen 5-FU-Injektionen richtet sich dabei nach der Invasivität des Revisions-

verfahrens sowie der Morphologie und Funktionalität des Filterkissens. Vaskularisationsgrad mit Korkenziehergefäßen als Zeichen der Myofibroblastentransformation, Intransparenz bei dicker Tenon und fehlende Mikrozysten als Hinweis für eine fehlende konjunktivale Filtration sind mit einer höheren Fibroseneigung assoziiert und machen eine höhere Anzahl mit bis zu 7 Injektionen notwendig. Die Wundmodulation sollte entweder am Ende der Operation oder spätestens am ersten postoperativen Tag erfolgen.

Fazit für die Praxis

- Absetzen der lokalen Antiglaukomatosa und Ansetzen einer Steroidtherapie ohne Konservierungsmittel präoperativ für mindestens 1 Woche verbessert den Operationserfolg und senkt somit die Revisionsrate nach Trabekulektomie.
- Das postoperative Management nach Filtrationschirurgie sollte möglichst in Rücksprache mit dem Operateur erfolgen.
- Das primäre Behandlungsziel nach Trabekulektomie ist ein IOD-Korridor von 8–12 mmHg ohne lokale antiglaukomatöse Therapie.
- Die Art der Filterkissenrevision richtet sich nach der Lokalisation der Fibrosierung.
- Eine postoperative Hypotonie sollte eher früh und kausal revidiert werden.

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. A. G. M. Jünemann, F.E.B.O.

Klinik für Augenheilkunde,
Universitätsmedizin Rostock,
Universität Rostock
Doberaner Str. 140,
18059 Rostock, Deutschland
anselm.juenemann@
med.uni-rostock.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A.G.M. Jünemann, R. Rejdak und B. Hoberger geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben. Im Falle von nicht mündigen Patienten liegt die Einwilligung eines Erziehungsberechtigten oder des gesetzlich bestellten Betreuers vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Armaly MF (1963) Effect of corticosteroids on intraocular pressure and fluid dynamics: II. The effect of dexamethasone on the glaucomatous eye. Arch Ophthalmol 70:492–499
2. Batterbury M, Wishart PK (1993) Is high initial aqueous outflow of benefit in trabeculectomy? Eye (Lond) 7:109–112
3. Broadway DC, Grierson I, O'Brien C, Hitchings RA (1994) Adverse effects of topical antiglaucoma medication. II. The outcome of filtration surgery. Arch Ophthalmol 112:1446–1454
4. Broadway DC, Grierson I, Sturmer J, Hitchings RA (1994) Reversal of topical antiglaucoma medication effects on the conjunctiva. Arch Ophthalmol 114:262–267
5. Buys YM (2013) Trabeculectomy with ExPRESS: Weighing the benefits and cost. Curr Opin Ophthalmol 24:111–118
6. Cillino S, Casuccio A, Di Pace F, Cagini C, Ferraro LL, Cillino G (2016) Biodegradable collagen matrix implant versus mitomycin-C in trabeculectomy: Five-year follow-up. BMC Ophthalmol 16:24. doi:10.1186/s12886-016-0198-0
7. Gedde SJ, Heuer DK, Parrish RK 2nd, Tube Versus Trabeculectomy Study Group (2010) Review of results from the Tube Versus Trabeculectomy Study. Curr Opin Ophthalmol 21:123–128. doi:10.1097/ICU.0b013e3283360b68
8. Gedde SJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL, Feuer WJ, Schiffman JC, Tube Versus Trabeculectomy Study Group (2012) Postoperative complications in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) Study during five years of follow-up. Am J Ophthalmol 153:804–814
9. Higginbotham EJ, Stevens RK, Musch DC, Karp KO, Lichter PR, Bergstrom TJ, Skuta GL (1996) Bleb-related endophthalmitis after trabeculectomy with mitomycin C. Ophthalmology 103:650–656
10. Jayaram H, Strouthidis NG, Kamal DS (2016) Trabeculectomy for normal tension glaucoma: Outcomes using the Moorfields Safer Surgery technique. Br J Ophthalmol 100:332–338. doi:10.1136/bjophthalmol-2015-306872
11. Khaw PT, Chiang M, Shah P, Sii F, Lockwood A, Khalil A (2012) Enhanced Trabeculectomy – the Moorfields safer surgery system. In: Bettin P, Khaw PT (Hrsg) Glaucoma surgery, Bd. 50. Karger, Basel, S 1–28
12. Kim EA, Law SK, Coleman AL, Nouri-Mahdavi K, Giacconi JA, Yu F, Lee JW, Caprioli J (2015) Long-

term bleb-related infections after trabeculectomy: Incidence, risk factors, and influence of bleb revision. *Am J Ophthalmol* 159:1082–1091

13. Laspas P, Culmann PD, Grus FH, Prokosch-Willing V, Poplawski A, Pfeiffer N, Hoffmann EM (2016) A new method for revision of encapsulated blebs after trabeculectomy: Combination of standard bleb needling with transconjunctival scleral flaps sutures prevents early postoperative hypotony. *PLOS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0157320 (eCollection 2016)
14. Lewis RA (2014) Ab interno approach to the subconjunctival space using a collagen glaucoma stent. *J Cataract Refract Surg* 40:1301–1306. doi:10.1016/j.jcrs.2014.01.032
15. Liu L, Siriwardena D, Khaw PT (2008) Australia and New Zealand survey of antimetabolite and steroid use in trabeculectomy surgery. *J Glaucoma* 17:423–430. doi:10.1097/JG.0b013e31816224d8
16. Marquardt D, Lieb WE, Grehn F (2004) Intensified postoperative care versus conventional follow-up: a retrospective long-term analysis of 177 trabeculectomies. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 242:106–113
17. Minckler DS, Vedula SS, Li TJ, Mathew MC, Ayyala RS, Francis BA (2006) Aqueous shunts for glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev* 19:CD004918
18. Nuyts RM, Greve EL, Geijssen HC, Langerhorst CT (1994) Treatment of hypotonous maculopathy after trabeculectomy with mitomycin C. *Am J Ophthalmol* 118:322–331
19. Olayanju JA, Hassan MB, Hodge DO, Khanna CL (2015) Trabeculectomy-related complications in Olmsted County, Minnesota, 1985 through 2010. *JAMA Ophthalmol* 133:574–580
20. Palejwala N, Ichhpujani P, Fakhraie G, Myers JS, Moster MR, Katz LJ (2010) Single needle revision of failing filtration blebs: A retrospective comparative case series with 5-fluorouracil and mitomycin C. *Eur J Ophthalmol* 20:1026–1034
21. Schlunck G, Meyer-ter-Vehn T, Klink T, Grehn F (2016) Conjunctival fibrosis following filtering glaucoma surgery. *Exp Eye Res* 142:76–82. doi:10.1016/j.exer.2015.03.021
22. Schwartz AL, Van Veldhuisen PC, Gaasterland DE, Ederer F, Sullivan EK, Cyrlin MN (1999) The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 5. Encapsulated bleb after initial trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 127:8–19
23. Schwenn O, Kersten I, Dick HB, Muller H, Pfeiffer N (2001) Effects of early postfiltration ocular hypotony on visual acuity, long-term intraocular pressure control, and posterior segment morphology. *J Glaucoma* 10:85–88
24. Shafi F, Agrawal P, Holder R, Sung V (2011) Bleb needling with subconjunctival injection of sodium hyaluronate 1.4%: 1-year outcomes. *Can J Ophthalmol* 46:537–542. doi:10.1016/j.jcjo.2011.09.005
25. Tailor R, Batra R, Mohamed S (2015) A national survey of glaucoma specialists on the preoperative (trabeculectomy) management of the ocular surface. *Semin Ophthalmol* 21:1–7
26. Tatham A, Sarodia U, Karwatowski W (2013) 5-Fluorouracil augmented needle revision of trabeculectomy: Does the location of outflow resistance make a difference? *J Glaucoma* 22:463–467. doi:10.1097/JG.0b013e31824484ce
27. Vaziri K, Kishor K, Schwartz SG, Maharaj AS, Moshfeghi DM, Moshfeghi AA, Flynn HW Jr (2015) Incidence of bleb-associated endophthalmitis in the United States. *Clin Ophthalmol* 9:317–322
28. Zahid S, Musch DC, Niziol LM, Lichter PR (2013) Risk of endophthalmitis and other long-

term complications of trabeculectomy in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study (CIGTS). *Am J Ophthalmol* 155:674–680

Was bedeutet eigentlich das CrossMark-Logo im Beitrag?

Springer kennzeichnet seine Zeitschriftenartikel mit dem CrossMark-Logo. CrossMark



ist ein Kennzeichnungsservice von CrossRef. Die Beiträge sind so markiert, damit der Leser sofort erkennen kann, ob ihm die letzte und aktuell gültige Ausgabe eines Beitrags vorliegt.

CrossMark ist eine Initiative mehrerer Verlage, die Lesern von Zeitschriften einen einheitlichen Standard liefern wollen, damit sie die jeweils gültige und aktuellste Ausgabe eines Artikels oder einer anderen Veröffentlichung bekommen. Durch das Markieren mit dem CrossMark-Logo verpflichtet sich Springer, die Inhalte immer auf dem aktuellsten Stand zu halten und den Lesern anzuzeigen, wann und ob Änderungen an dem Beitrag vorgenommen worden sind.

Der Kennzeichnungsservice CrossMark gibt Wissenschaftlern die Gewissheit, dass sie die jeweils aktuellste und somit die letztlich gültige Fassung eines Dokuments lesen. Durch einen einfachen Klick auf das CrossMark-Logo eines Artikels in der HTML-Version öffnet sich die Statusbox mit dem Hinweis, ob es sich hier um die letzte Fassung handelt oder ob Änderungen vorgenommen werden mussten. Dies könnten Verweise auf ein Erratum oder einen zurückgezogenen Artikel sein. Der Zugang zu Crossmark-Informationen muss von Verlagsseite kostenfrei möglich sein.

Mehr Informationen zum CrossMark-Service unter www.crossref.org